

ОБРАТНОЕ КОМПТОНОВСКОЕ РАССЕЯНИЕ ОТ ЦЕНТРАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА КАК МЕХАНИЗМ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КИЛОПАРСЕКОВЫХ ДЖЕТОВ КВАЗАРОВ

С. В. Назаров, М. С. Бутузова, А. Б. Пушкарев

Крымская астрофизическая обсерватория РАН

Уже около двадцати лет для интерпретации рентгеновского излучения килопарсековых джетов квазаров широко используется обратное комптоновское рассеяние реликтового излучения. Однако недавний анализ данных наблюдений космического телескопа Fermi-LAT показал неприменимость указанного предположения для джетов нескольких квазаров. Мы рассматриваем обратное комптоновское рассеяние фотонов центрального источника как возможный механизм образования рентгеновского излучения килопарсековых джетов для нескольких квазаров: PKS 0637–752, 3C 273, PKS 1510–089 и PKS 1045–188. Получены оценки угла с лучом зрения и скорости килопарсековых джетов.

Предсказываемый поток излучения в гамма-диапазоне для всех объектов оказался ниже верхнего ограничения на поток от килопарсекового джета, полученного из данных наблюдений Fermi-LAT. Показано, что наше предположение о механизме образования рентгеновского излучения килопарсековых джетов согласуется со всеми имеющимися к настоящему времени данными многоволновых наблюдений.

INVERSE COMPTON SCATTERING OF RADIATION OF THE CENTRAL SOURCE AS A MECHANISM FOR THE FORMATION OF X-RAY RADIATION FROM KILOPARSEC JETS OF QUASARS

S. V. Nazarov, M. S. Butuzova, A. B. Pushkarev

Crimean astrophysical observatory RAS

For the interpretation of X-ray radiation from kiloparsec jets of quasars, the inverse Compton scattering of the cosmic microwave background has been widely used for almost 20 years. A recent analysis of the Fermi-LAT observational data showed that this assumption is inapplicable for jets of several quasars. In this paper, we consider the inverse Compton scattering of photons from a central source as a possible mechanism for the formation of X-ray radiation from kiloparsec jets of the quasars PKS 0637–752, 3C 273, PKS 1510–089, and PKS 1045–188. Estimates of the angle between the line of sight and the velocity of kiloparsec jets are obtained. The predicted gamma-ray flux for all objects turned out to be below the upper limit on the flux from a kiloparsec jet obtained from the Fermi-LAT data. It is shown that our assumption about the mechanism of X-ray radiation from kiloparsec jets is consistent with all data of multiwavelength observations available to date.

Килопарсековые (кпк-) джеты активных ядер галактик наблюдаются с высоким угловым разрешением в рентгеновском диапазоне космической обсерваторией Chandra с 2000 г. [1]. Для джета квазара PKS 0637–752, так же как и для джетов других квазаров с доминирующими ядрами, поток излучения в рентгеновском диапазоне выше, чем ожидаемое значение из экстраполяции синхротронного радиооптического спектра на рентгеновские частоты [1, 2]. Это свидетельствует о разных процессах, генерирующих излучение в указанных диапазонах.

Для интерпретации рентгеновского излучения кпк-джетов квазаров широко используется обратное комптоновское рассеяние реликтового излучения. Однако анализ данных наблюдений космического телескопа Fermi-LAT показал неприменимость указанного предположения для джетов нескольких квазаров. Объекты выбраны по критериям:

- квазары с доминирующими ядрами;
- наблюдается спад рентгеновской интенсивности узлов вдоль кпк-джета, что указывает на возможность обратного комптоновского рассеяния центрального источника. При этом два и более узлов джетов наблюдаются как в радио-, так и в рентгеновском диапазонах;
- наличие данных наблюдений пк-джетов, из которых возможна оценка видимой сверхсветовой скорости компонентов и, следовательно, оценка скорости (в единицах скорости света) и угла пк-джета с лучом зрения.

Рассмотрено обратное комптоновское рассеяние фотонов центрального источника как возможный механизм образования рентгеновского излучения кпк-джетов для квазаров: PKS 0637–752, 3C 273, PKS 1510–089 и PKS 1045–188. Обратное комптоновское рассеяние центрального источника объясняет наблюдаемое уменьшение рентгеновской интенсивности узлов с удалением от активного ядра и позволяет при известном спектре центрального источника определить физические параметры узлов, угол с лучом зрения и скорость кпк-джета.

Мы получили адекватные оценки концентрации излучающих частиц и напряженность магнитного поля во всех исследуемых источниках. Если учесть умеренное релятивистское движение кпк-джетов, то в системе отсчета кпк-джета магнитное поле будет в несколько раз больше. Однако для всех источников здесь, так же как и для PKS 1127–145, условие равномерного распределения не выполняется: плотность энергии частиц больше плотности энергии магнитного поля. Неравенство становится еще сильнее, если предполагать присутствие других частиц в кпк-джете помимо электрон-позитронной плазмы. Экстремально высокая яркостная температура, превышающая максимально допустимое значение при условии равномерного распределения, исключающее комптоновскую катастрофу, зарегистрирована наземно-космическим радиоинтерферометром «РадиоАстрон» для нескольких активных ядер, в том числе и для 3C 273. Этот результат может быть объяснен либо большим доплер-фактором пк-джетов, либо тем, что плотность энергии излучающих частиц больше плотности энергии магнитного поля уже на пк-масштабах. Поэтому, на наш взгляд, требование равномерного распределения энергии не может являться доминирующим при определении действующего в кпк-джетах квазаров механизма образования рентгеновского излучения.

В отличие от других моделей обратное комптоновское рассеяние центрального источника без ввода дополнительных предположений объясняет наблюдаемое уменьшение рентгеновской интенсивности узлов с удалением от центрального источника.

Предсказываемый поток излучения в гамма-диапазоне для всех объектов оказался ниже верхнего ограничения на поток от кпк-джета, полученного из данных наблюдений Fermi-LAT. Показано, что наше предположение о механизме образования рентгеновского излучения кпк-джетов согласуется со всеми данными многоволновых наблюдений.

Библиографические ссылки

- [1] *Tavecchio F., Maraschi L., Sambruna R. M., Urry C. M.* The X-Ray Jet of PKS 0637-752: Inverse Compton Radiation from the Cosmic Microwave Background? // *Astrophys. J. Lett.* — 2000. — Vol. 544, № 1. — P. L23–L26. [astro-ph/0007441](#).
- [2] *Celotti A., Ghisellini G., Chiaberge M.* Large-scale jets in active galactic nuclei: multiwavelength mapping // *Mon. Not. R. Astron. Soc.* — 2001. — Vol. 321, № 1. — P. L1–L5. [astro-ph/0008021](#).